

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7254645号
(P7254645)

(45)発行日 令和5年4月10日(2023.4.10)

(24)登録日 令和5年3月31日(2023.3.31)

(51)国際特許分類

F I

B 2 4 B 49/16 (2006.01)

B 2 4 B 49/16

B 2 4 B 49/10 (2006.01)

B 2 4 B 49/10

B 2 4 B 37/08 (2012.01)

B 2 4 B 37/08

H 0 1 L 21/304 (2006.01)

H 0 1 L 21/304

6 2 2 R

H 0 1 L 21/304

6 2 1 A

請求項の数 8 (全27頁)

(21)出願番号 特願2019-124851(P2019-124851)

(22)出願日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(65)公開番号 特開2021-10952(P2021-10952A)

(43)公開日 令和3年2月4日(2021.2.4)

審査請求日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(73)特許権者 390003193

東洋鋼鋳株式会社

東京都品川区東五反田二丁目18番1号

(74)代理人 110002572

弁理士法人平木国際特許事務所

(72)発明者 北本 秀夫

山口県下松市東豊井1302番地の1

東洋鋼鋳株式会社 下松事業所内

(72)発明者 藤井 博史

山口県下松市東豊井1302番地の1

東洋鋼鋳株式会社 下松事業所内

(72)発明者 塩道 行正

山口県下松市東豊井1302番地の1

東洋鋼鋳株式会社 下松事業所内

(72)発明者 杉村 修

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 両面研磨装置の制御システム、制御装置および基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被研磨体を上定盤と下定盤との間に挟んで前記上定盤と前記下定盤を回転させることにより前記被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する両面研磨装置の制御システムにおいて、

前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)と、

前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)とをそれぞれ算出し、

算出された前記TOP面仕事量PTと前記BOT面仕事量PBとの差である仕事量TB差を所定の範囲内に収めるように研磨中に研磨条件を制御することを特徴とする両面研磨装置の制御システム。

【請求項2】

前記TOP面仕事量PTおよび前記BOT面仕事量PBは、前記上定盤及び前記下定盤の回転速度(rpm)、トルク(Nm)および前記被研磨体の加工時間T(sec)に基づいて算出されることを特徴とする請求項1に記載の両面研磨装置の制御システム。

【請求項3】

前記TOP面の研磨に要する前記TOP面仕事量PTは、下記式(1)

$$PT = \int_{T_1}^{T_2} \{k \times (NU + NC) \times (QU - QUM) \times t\} dt \quad \dots \text{式(1)}$$

(式(1)中、 T_1 は仕事量の測定を開始する時間(sec)、 T_2 は仕事量の測定を終了する時間(sec)、 k は定数、 NU は上定盤回転速度(rpm)、 NC はキャリア公転速度(rpm)、 QU は上定盤トルク(Nm)、 QUM は上定盤メカロス分のトルク(Nm)、 t はサンプリング時間(sec)をそれぞれ表す。)

により算出されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の両面研磨装置の制御システム。

10

【請求項4】

前記BOT面の研磨に要する前記BOT面仕事量PBは、下記式(2)

$$PB = \int_{T_1}^{T_2} \{k \times (NL - NC) \times (QL - QLM) \times t\} dt \quad \dots \text{式(2)}$$

(式(2)中、 T_1 は仕事量の測定を開始する時間(sec)、 T_2 は仕事量の測定を終了する時間(sec)、 k は定数、 NL は下定盤回転速度(rpm)、 NC はキャリア公転速度(rpm)、 QL は下定盤トルク(Nm)、 QLM は下定盤メカロス分のトルク(Nm)、 t はサンプリング時間(sec)をそれぞれ表す。)

により算出されることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の両面研磨装置の制御システム。

20

【請求項5】

前記所定の範囲は、平坦度の閾値と前記仕事量TB差の閾値によって設定されることを特徴とする請求項1に記載の両面研磨装置の制御システム。

【請求項6】

前記仕事量TB差に基づいて、前記上定盤または前記下定盤の何れか一方のみを制御することを特徴とする請求項1に記載の両面研磨装置の制御システム。

30

【請求項7】

被研磨体を上定盤と下定盤との間に挟んで前記上定盤と前記下定盤を回転させることにより前記被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する両面研磨装置の制御装置において、前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)を算出する第1算出手段と、前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)を算出する第2算出手段と、前記第1算出手段により算出された前記TOP面仕事量PTと前記第2算出手段により算出された前記BOT面仕事量PBとの差を所定の範囲内に収めるように研磨中に研磨条件を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする両面研磨装置の制御装置。

【請求項8】

両面研磨装置により被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する基板の製造方法において、

前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)を算出する第1算出工程と、前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)を算出する第2算出工程と、前記第1算出工程により算出された前記TOP面仕事量PTと前記第2算出工程により算出された前記BOT面仕事量PBとの差を所定の範囲内に収めるように研磨中に研磨条件を制御する制御工程と、を含むことを特徴とする基板の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、板状の被研磨体のTOP面とBOT面を研磨する両面研磨装置の制御システム、制御装置および基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の制御システムとして、半導体基板に形成された被加工層を研磨する際に、被加工層と研磨剤の保持された定盤との間の摩擦を研磨中に測定し、測定した摩擦に基づいて被加工層の研磨速度を算出し、算出した研磨速度を時間で積分してゆき研磨量を求め、求めた研磨量が所定量となった時点で研磨を終了させるものが開示されている（特許文献1参照）。この制御システムは、さらに、被加工層と研磨剤の保持された定盤との間でなされる仕事を積算し、積算された仕事量が所定量となった時点で研磨を終了させている。即ち、この制御システムは、仕事を管理することで半導体基板に形成された被加工層の研磨量を制御している。

10

【0003】

また、上定盤により被研磨体の表面を研磨する相対速度をAとし、下定盤により被研磨体の裏面を研磨する相対速度をBとして、AのBに対する比（ A/B ）を0.6以上0.8以下とすることで被研磨体の平面度を良好にするものが開示されている（特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平11-265865号公報
特許第2993184号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の制御システムは、被加工層と研磨剤の保持された定盤との間でなされる仕事を積算することで、半導体基板に形成された被加工層の研磨量を制御している。また、特許文献1に記載の制御システムは、半導体基板の表裏の両面ではなく被加工層の片面のみを研磨し、研磨量が一定になるように制御するためのものであり、半導体基板の平坦度を制御するものではない。特許文献1に記載の制御システムを、表裏の両面を研磨することが必要となる基板の平坦度の制御に用いると、平坦度の制御が困難になってしまうという問題がある。

30

【0006】

また、特許文献2に記載の制御システムは、相対速度比（ A/B ）を所定の範囲内に制御することで被研磨体の平面度を良好にしているが、被研磨体の平面度は一義的に相対速度のみにより影響を受けるだけでなく、他の研磨条件の影響も受けてしまう。例えば、上定盤および下定盤のトルク変化や被研磨体の加工時間によっても平面度が影響を受けてしまう。したがって、相対速度比（ A/B ）を所定の範囲内に制御することだけでは、被研磨体の平面度を高い精度で制御することができないおそれがあるという問題がある。

【0007】

また、記録容量を増やすために基板の搭載枚数が増加するにつれて平坦度の品質要求がより一層強まってきており、平坦度の良好な基板の生産歩留まりを上げ、安定して生産する技術が必要とされている。

40

【0008】

本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、研磨条件を制御することにより基板の平坦度を高い精度で速やかに制御することができる両面研磨装置の制御システム、制御装置および基板の製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

(1) 本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、被研磨体を上定盤と下定盤との間

50

に挟んで前記上定盤と前記下定盤を回転させることにより前記被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する両面研磨装置の制御システムにおいて、前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)と、前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)とをそれぞれ算出し、算出された前記TOP面仕事量PTと前記BOT面仕事量PBとの差である仕事量TB差を所定の範囲内に収めるように研磨条件を制御することを特徴とする。

【0010】

(2)本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、(1)に記載の両面研磨装置の制御システムであって、前記TOP面仕事量PTおよび前記BOT面仕事量PBは、前記上定盤及び前記下定盤の回転速度(rpm)、トルク(Nm)および前記被研磨体の加工時間T(sec)に基づいて算出されることを特徴とする。

10

【0011】

(3)本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、(1)または(2)に記載の両面研磨装置の制御システムであって、前記TOP面の研磨に要する前記TOP面仕事量PTは、下記式(1)

$$PT = \int_{T_1}^{T_2} \{k \times (NU + NC) \times (QU - QUM) \times t\} dt \quad \dots \text{式(1)}$$

20

(式(1)中、 T_1 は仕事量の測定を開始する時間(sec)、 T_2 は仕事量の測定を終了する時間(sec)、 k は定数、 NU は上定盤回転速度(rpm)、 NC はキャリア公転速度(rpm)、 QU は上定盤トルク(Nm)、 QUM は上定盤メカロス分のトルク(Nm)、 t はサンプリング時間(sec)をそれぞれ表す。)

により算出されることを特徴とする。

【0012】

(4)本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、(1)から(3)の何れかに記載の両面研磨装置の制御システムであって、前記BOT面の研磨に要する前記BOT面仕事量PBは、下記式(2)

$$PB = \int_{T_1}^{T_2} \{k \times (NL - NC) \times (QL - QLM) \times t\} dt \quad \dots \text{式(2)}$$

30

(式(2)中、 T_1 は仕事量の測定を開始する時間(sec)、 T_2 は仕事量の測定を終了する時間(sec)、 k は定数、 NL は下定盤回転速度(rpm)、 NC はキャリア公転速度(rpm)、 QL は下定盤トルク(Nm)、 QLM は下定盤メカロス分のトルク(Nm)、 t はサンプリング時間(sec)をそれぞれ表す。)

により算出されることを特徴とする。

【0013】

(5)本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、(1)に記載の両面研磨装置の制御システムであって、前記所定の範囲は、平坦度の閾値と前記仕事量TB差の閾値によって設定されることを特徴とする。

40

【0014】

(6)本発明に係る両面研磨装置の制御システムは、(1)に記載の両面研磨装置の制御システムであって、前記仕事量TB差に基づいて、前記上定盤または前記下定盤の何れか一方のみを制御することを特徴とする。

【0015】

(7)本発明に係る制御装置は、被研磨体を上定盤と下定盤との間に挟んで前記上定盤と前記下定盤を回転させることにより前記被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する

50

両面研磨装置の制御装置において、前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量 P_T (W_s)を算出する第1算出手段と、前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量 P_B (W_s)を算出する第2算出手段と、前記第1算出手段により算出された前記TOP面仕事量 P_T と前記第2算出手段により算出された前記BOT面仕事量 P_B との差を所定の範囲内に収めるように研磨条件を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0016】

(8)本発明に係る基板の製造方法は、両面研磨装置により被研磨体のTOP面およびBOT面を研磨する基板の製造方法において、前記TOP面の研磨に要するTOP面仕事量 P_T (W_s)を算出する第1算出工程と、前記BOT面の研磨に要するBOT面仕事量 P_B (W_s)を算出する第2算出工程と、前記第1算出工程により算出された前記TOP面仕事量 P_T と前記第2算出工程により算出された前記BOT面仕事量 P_B との差を所定の範囲内に収めるように研磨条件を制御する制御工程と、を含むことを特徴とする。

10

【0017】

上記(1)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板が得られる。

【0018】

上記(2)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、高い精度のTOP面仕事量 P_T およびBOT面仕事量 P_B が算出される。

【0019】

上記(3)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、TOP面の研磨に要するTOP面仕事量 P_T は、式(1)により算出される。式(1)においては、加工時間 T (sec)、定数 k 、上定盤回転速度 NU (rpm)、キャリア公転速度 NC (rpm)、上定盤トルク QU (Nm)、上定盤メカロス分のトルク QUM (Nm)、サンプリング時間 t (sec)に基づいて算出処理がなされる。TOP面仕事量 P_T の算出処理は、加工時間の開始から終了までが定積分されるので、基板の研磨中に算出処理が行われ、高い精度のTOP面仕事量 P_T が得られる。

20

【0020】

上記(4)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、BOT面の研磨に要するBOT面仕事量 P_B は、式(2)により算出される。式(2)においては、加工時間 T (sec)、定数 k 、下定盤回転速度 NL (rpm)、キャリア公転速度 NC (rpm)、下定盤トルク QL (Nm)、下定盤メカロス分のトルク QLM (Nm)、サンプリング時間 t (sec)に基づいて算出処理がなされる。BOT面仕事量 P_B の算出処理は、加工時間の開始から終了までが定積分されるので、基板の研磨中に算出処理が行われ、高い精度のBOT面仕事量 P_B が得られる。

30

【0021】

上記(5)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、基板の研磨量が所定の範囲に収められ、平坦度の良好な基板が得られる。

【0022】

上記(6)に記載した本発明に係る両面研磨装置の制御システムによれば、より速やかなフィードバック制御が行われ、平坦度の良好な基板が速やかに製造される。

40

【0023】

上記(7)に記載した本発明に係る制御装置によれば、第1算出手段によりTOP面の研磨に要するTOP面仕事量 P_T (W_s)が算出され、第2算出手段によりBOT面の研磨に要するBOT面仕事量 P_B (W_s)が算出される。さらに、制御手段により、算出されたTOP面仕事量 P_T とBOT面仕事量 P_B との差を所定の範囲内に収めるように研磨条件が制御される。その結果、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板が得られる。

【0024】

上記(8)に記載した本発明に係る基板の製造方法によれば、第1算出工程によりTO

50

P面の研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)が算出され、第2算出工程によりBOT面の研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)が算出され、制御工程によりTOP面仕事量PTとBOT面仕事量PBとの差が所定の範囲内に収まるように研磨条件が制御される。その結果、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板が得られる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、研磨条件を制御することにより基板の平坦度を高い精度で速やかに制御することができる両面研磨装置の制御システム、制御装置および基板の製造方法を提供することができる。また、本発明によって平坦度の良好な基板を安定して生産することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにより製造される基板の図であり、図1(a)は、基板の斜視図を示し、図1(b)は、基板の断面図を示す。

【図2】本発明の実施形態に係るアルミ基板からなる基板の平坦度を説明する概略図であり、図2(a)は、平坦度ゼロの状態を示し、図2(b)は、平坦度が悪化した状態を示し、図2(c)は、板厚違いによる平坦度への影響を表すグラフを示す。

【図3】平坦度の算出方法の一例を説明する図。

【図4】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムの構成図。

20

【図5】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の回転方向の一例を説明する図であり、図5(a)は、上定盤の回転方向を示し、図5(b)は、下定盤、サンギアおよびキャリアの回転方向(公転、自転)を示す。

【図6】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける平坦度-仕事量TB差の閾値を表すグラフであり、図6(a)は、通常生産時の分布を示し、図6(b)は、仕事量管理時の分布を示す。

【図7】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける平坦度の管理方法を説明する図であり、図7(a)は、従来方式の平坦度による管理の図を示し、図7(b)は、バッチ毎管理方式の仕事量測定器における平坦度による管理の図を示す。

【図8】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける研磨量と仕事量との相関を表す折れ線グラフ。

30

【図9】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける両面研磨量と両面仕事量との関係を表すグラフ。

【図10】本発明の実施形態に係る両面研磨装置のバッチ内管理方式の制御システムにおける研磨開始から研磨終了までの処理の一例を説明するフローチャート。

【図11】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける仕事量TB差の度数分布のグラフであり、図11(a)は、仕事量管理を行っていない時(通常生産時)のグラフを示し、図11(b)は、仕事量管理時のグラフを示す。

【図12】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける仕事量TB差の正規分布曲線とグラフ。

40

【図13】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける平坦度TB差の度数分布のグラフであり、図13(a)は、仕事量管理を行っていない時(通常生産時)のグラフを示し、図13(b)は、仕事量管理時のグラフを示す。

【図14】本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける平坦度TB差の正規分布曲線とグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明に係る両面研磨装置の制御システムを適用した実施形態に係る両面研磨装置10の制御システム、制御装置20および基板30の製造方法について図面を参照して説明する。

50

【 0 0 2 8 】

まず、実施形態に係る両面研磨装置 1 0 により製造される基板 3 0 について説明する。基板 3 0 は、図 1 (a)、図 1 (b) に示すように、厚みが t_h 、外径が D 、中心の貫通孔 h の内径が d の円盤形状を有している。なお、基板 3 0 は、円盤に限定されず、例えば、方形や楕円形等の円盤以外の他の形状であってもよく、中心の貫通孔 h は無くてもよい。基板 3 0 は、本実施形態ではハードディスク用基板であるが、他の用途に用いる基板であってもよい。

【 0 0 2 9 】

基板 3 0 の厚み t_h は $0.3\text{ mm} \sim 2\text{ mm}$ 程度、外径 D は $30\text{ mm} \sim 270\text{ mm}$ 程度、内径 d は $10\text{ mm} \sim 70\text{ mm}$ 程度の寸法を有している。具体的には、厚み t_h が 1.75 mm 、 1.6 mm 、 1.27 mm 、 1.0 mm 、 0.8 mm 、 0.635 mm 、 0.6 mm 、 0.5 mm 、 0.38 mm 、 0.3 mm 、外径 D のサイズが 3.5 inch 、 2.8 inch 、 2.5 inch 、内径 d が 20 mm 、 25 mm の内から選択される何れかの円盤形状を有する。

【 0 0 3 0 】

基板 3 0 は、アルミニウムまたはアルミニウム合金の板材からなるアルミニウム基材によって構成されている。基板 3 0 は、高い精度の平滑性と表面硬度を有しており、高速回転による振動の発生を抑制することができる高い剛性および耐衝撃性も有している。これらの特性を備えるために基板 3 0 は硬い素材で形成されており、ガラスの板材からなるガラス基板であってもよい。

【 0 0 3 1 】

基板 3 0 は、図 2 (a) に示すように、グラインダー研磨や焼鈍などの表面処理が行われたアルミニウム基材 (Al_Sub) の表面および裏面に、無電解ニッケル - りんめっき (NiP) が施されている。図 2 (a) は、無電解ニッケル - りんめっきの表面と裏面の膜厚差、つまり、アルミニウム基材 (Al_Sub) の表面側のめっきと裏面側のめっきとの膜厚差がゼロの理想基板を示している。理想基板は、基板の表面側および裏面側に作用する圧縮応力が同じであり、平坦度はゼロとなっている。なお、この場合、アルミニウム基材 (Al_Sub) は、厚みが一定であり、平坦度がゼロの歪みのない基材である。

【 0 0 3 2 】

これに対し、図 2 (b) は、表面および裏面の研磨により、表裏にめっきの膜厚差が生じた実際の基板 3 0 を示している。例えば、基板 3 0 を研磨する前の表面側と裏面側のめっきの膜厚は互いに同じであり、膜厚差はゼロであるが、研磨によって、例えば図 2 (b) に示すように、表面のめっきが厚く、裏面のめっきが薄くなることもある。この場合、表面に作用する圧縮応力が大きく、裏面に作用する圧縮応力が小さい。このように、基板 3 0 の表裏に圧縮応力の差があると、基板 3 0 の平坦度は悪化する。

【 0 0 3 3 】

また、図 2 (c) に示すように、基板 3 0 は、アルミニウム基材 (Al_Sub) の厚みが薄くなるほど剛性が低下し、無電解ニッケル - りんめっき被膜の表裏の膜厚差により生ずる圧縮応力の影響を大きく受けてしまう。例えば、基板 3 0 の厚みが、 1.27 mm よりも、 0.635 mm の方が、表裏膜厚差と平坦度との関係を表す傾斜線の傾斜角が大きくなっており、圧縮応力の影響を大きく受け、平坦度の悪化の程度は大きくなる。

【 0 0 3 4 】

本実施形態の平坦度は、基板 3 0 の平坦に対する歪みの大きさのことである。平坦度が高い基板とは、歪みが大きい基板 (平坦度が悪い基板) を示し、平坦度が低い基板とは、歪みが小さい基板 (平坦度が良い基板) を示す。この歪みの大きさは、平面から基板 3 0 の表面までの距離や、干渉縞の本数、研磨量などから求めることができる。

【 0 0 3 5 】

本発明においては、基板 3 0 の両面のうち、上定盤で研磨される面を TOP 面 3 0 a と定義し、下定盤で研磨される面を BOT 面 3 0 b と定義する。平坦度は、基板 3 0 の TOP 面 3 0 a 側、または、 BOT 面 3 0 b 側の凹凸差の最大値と凸方向を示す符号との組み

10

20

30

40

50

合わせて表すこともできる。

【 0 0 3 6 】

平坦度は、基板 3 0 の T O P 面 3 0 a 側および B O T 面 3 0 b 側のそれぞれの最大値の差分、つまり、T O P - B O T (トップマイナスボトム) で算出した T B 差の値で表すことができる。例えば、T O P 面 3 0 a 側が凸であれば算出の結果は + (プラス) となり、B O T 面 3 0 b 側が凸であれば算出の結果は - (マイナス) となり、単位は μm で表される。

【 0 0 3 7 】

具体的な平坦度の測定方法と算出方法の一例について、図 3 を参照して以下に説明する。図 3 は、本実施形態における平坦度を説明する図である。本実施形態の平坦度は、幾何学的に正しい平面 (幾何学的平面) から基板 3 0 の表面までの距離を測定し、その測定した数値を平坦度の算出に用いている。

10

【 0 0 3 8 】

具体的には、基板 3 0 の T O P 面 3 0 a において厚さ方向に最も突出した箇所と最も引っ込んだ箇所との差 (T O P) と、基板 3 0 の B O T 面 3 0 b において厚さ方向に最も突出した箇所と最も引っ込んだ箇所との厚さ方向の差 (B O T) とを計測し、T O P から B O T を引いた数値で表される。

【 0 0 3 9 】

平坦度は、例えば、T O P 面 3 0 a 側が $3\ \mu\text{m}$ で B O T 面 3 0 b 側が $2\ \mu\text{m}$ の場合、T O P 面 3 0 a 側が凸であり、算出の結果は $3\ \mu\text{m} - 2\ \mu\text{m} = + (\text{プラス}) 1\ \mu\text{m}$ となり、T O P 面 3 0 a 側が $3\ \mu\text{m}$ で B O T 面 3 0 b 側が $5\ \mu\text{m}$ の場合、B O T 面 3 0 b が凸であり、算出の結果は $3\ \mu\text{m} - 5\ \mu\text{m} = - (\text{マイナス}) 2\ \mu\text{m}$ となる。

20

【 0 0 4 0 】

しかしながら、T O P 面 3 0 a 側と B O T 面 3 0 b 側のどちらが凸になっているかが分かるような算出方法であればよく、+ と - は逆となってもよい。

【 0 0 4 1 】

なお、平坦度の定義は、上記の内容に限定されるものではなく、例えば、J I S 規格 (J I S B 0 6 2 1 - 1 9 8 4) に定義されている平面度と同様の意味内容でもよいし、基板 3 0 の両面の干渉縞の本数や、研磨量を測定し、T O P 面 3 0 a の数値から B O T 面 3 0 b の数値を引いた数値で表してもよい。

30

【 0 0 4 2 】

基板 3 0 の両面を測定するためには、平坦度計や平面度測定器、干渉計など、検出する対象によって選ぶことができる。これらの測定機器には、基板 3 0 の両面を測定する機構だけでなく、測定した数値を所定の数値として算出・表示するための制御装置や記憶装置、出力装置を備えていてもよい。本実施形態における平坦度の測定方法は、例えば、平坦度計により測定することができる。

【 0 0 4 3 】

次いで、本実施形態に係る両面研磨装置 1 0 の制御システムについて図面を参照して説明する。

両面研磨装置 1 0 の制御システムは、図 4 に示すように、両面研磨装置 1 0、両面研磨装置 1 0 を制御する制御装置 2 0 を備えており、被研磨体 W を研磨して基板 3 0 を製造するように構成されている。

40

【 0 0 4 4 】

両面研磨装置 1 0 は、上定盤部 1 1 と、下定盤部 1 2 と、空圧ユニット 1 3 と、バランサー 1 4 と、研磨液供給ユニット 1 5 と、ロードセル 1 6 と、図示しないトルクセンサー、回転速度センサーを備えている。両面研磨装置 1 0 は、被研磨体 W を上定盤部 1 1 および下定盤部 1 2 の間に挟み込んで、被研磨体 W に対して上定盤部 1 1 および下定盤部 1 2 を相対的に回転させることにより被研磨体 W の表面および裏面の両面を研磨する構成を有している。

【 0 0 4 5 】

50

上定盤部 1 1 は、上定盤 2 1 と、研磨パッド 2 2 と、上定盤駆動モータ 2 3 と、回転軸 2 4 と、ロッド 2 5 と、ユニバーサルジョイント 2 6 とを有しており、回転軸 2 4 およびユニバーサルジョイント 2 6 を介して上定盤駆動モータ 2 3 の駆動力が上定盤 2 1 に伝達され、上定盤 2 1 が回転される構成となっている。

【 0 0 4 6 】

上定盤 2 1 は、所定の厚みを有する円盤からなり、下面に設けられたパッド装着部 2 1 a には研磨パッド 2 2 が着脱可能に装着されており、上定盤 2 1 と研磨パッド 2 2 とが一緒に回転するように構成されている。上定盤の 2 1 の上面には、複数のロッド 2 1 b が設けられており、ロッド 2 5 に設けられた貫通孔に僅かの隙間を空けて挿入されるようになっている。上定盤 2 1 には、図示しない回転速度センサーが接続されており、上定盤 2 1 の回転速度が電気信号に変換され、接続先の制御装置 2 0 に送信されるようになっている。

10

【 0 0 4 7 】

研磨パッド 2 2 は、基板 3 0 の表面を研磨するものであり公知のものが用いられる。研磨パッド 2 2 は、中央部に、貫通孔が形成されており、いわゆるドーナツ状の円盤からなる。上面研磨パッドの外周部から内側に離隔した位置に複数の貫通孔が形成されており、この貫通孔を介して研磨パッド 2 2 と研磨パッド 2 2 の下面に位置する基板 3 0 に研磨液が供給されるようになっている。

【 0 0 4 8 】

上定盤駆動モータ 2 3 は、図示しない静止部材に取り付けられており、タイミングプーリなどのプーリ 2 3 a およびタイミングベルトなどのベルト 2 3 b を介して回転軸 2 4 に連結されている。上定盤駆動モータ 2 3 の駆動力は、プーリ 2 3 a およびベルト 2 3 b を介して回転軸 2 4 に伝達され、回転軸 2 4 を上方から見たとき、回転軸 2 4 が時計回りに回転し、上定盤 2 1 も時計回りに回転される。

20

【 0 0 4 9 】

回転軸 2 4 には、軸線方向に貫通孔が形成されており、貫通孔には、ロッド 2 5 が僅かの隙間を空けて挿入されるように構成されている。回転軸 2 4 の下部にはフランジ 2 4 a が形成されており、フランジ 2 4 a には複数のロッド 2 4 b が、下面から下方に突出して設けられている。また、回転軸 2 4 の上部には、図示しない連結部が形成されており、上定盤駆動モータ 2 3 のベルト 2 3 b が連結され駆動力が連結部を介してベルト 2 3 b から回転軸 2 4 に伝達されるようになっている。

30

【 0 0 5 0 】

ロッド 2 5 は、回転軸 2 4 の貫通孔に挿入される軸部と軸部の下方に形成されたフランジ部と、ユニバーサルジョイント 2 6 に連結される連結部とを有している。ロッド 2 5 の連結部は、ユニバーサルジョイント 2 6 を介して上定盤 2 1 に連結され、空圧ユニット 1 3 の圧力が上定盤 2 1 に伝達されるようになっている。ロッド 2 5 のフランジ部には、複数の貫通孔が形成されており、各貫通孔に上定盤 2 1 のロッド 2 1 b および回転軸 2 4 のロッド 2 4 b がそれぞれ僅かの隙間を空けて挿入されるようになっている。

【 0 0 5 1 】

ロッド 2 5 は、ロッド 2 4 b を介して回転軸 2 4 の回転が伝達されるようになっている。また、ロッド 2 4 b およびロッド 2 1 b を介して回転軸 2 4 の回転が上定盤 2 1 に伝達されるようになっている。

40

【 0 0 5 2 】

ユニバーサルジョイント 2 6 は、連結される 2 つの部材が互いに交わる角度が自由に变化する自在継手からなる。ユニバーサルジョイント 2 6 には、上定盤 2 1 とロッド 2 5 の連結部が連結されており、更にロッド 2 5 のフランジ部が回転軸 2 4 に連結されているので、上定盤 2 1 の水平面と回転軸 2 4 の軸線とが交わる交角が変化してもユニバーサルジョイント 2 6 により上定盤 2 1 の水平面が水平に維持される。また、下定盤 3 2 の接続部は固定のため、加工時の下定盤の変動に追従することができる。

【 0 0 5 3 】

下定盤部 1 2 は、テーブル 3 1 と、テーブル 3 1 に回転自在に取り付けられた下定盤 3

50

2と、研磨パッド22と、複数のキャリア33と、サンギア34と、下定盤32を回転させる下定盤駆動モータ35と、サンギア34を回転させるサンギア駆動モータ36とを有している。

【0054】

テーブル31は、所定の場所に設置された静止部材であり、下定盤32を回転自在に支持している。また、テーブル31は、下定盤32に装着された研磨パッド22の外周面に対向する内周面に内歯31tが形成されており、後述するキャリア33の外歯33tと内歯31tとが噛み合うようになっている。また、テーブル31は、後述する下定盤32の軸部32bを回転自在に支持している。

【0055】

下定盤32は、上面が水平であり、下面が円錐台形状に形成され、パッド装着部32aと、パッド装着部32aと直交する軸部32bとを有している。軸部32bには、軸線方向に貫通する貫通孔が形成されている。この貫通孔には、後述するサンギア34の軸部34bが回転自在に挿入されるようになっている。下定盤32のパッド装着部32aの上面には、研磨パッド22が着脱可能に装着されており、下定盤32と研磨パッド22とが一緒に回転するようになっている。

【0056】

下定盤32には、図示しない回転速度センサーが接続されており、下定盤32のトルクやトルク変動、回転速度が電気信号に変換され、接続先の制御装置20に送信されるように構成されている。なお、下定盤32のトルクは、下定盤駆動モータ35の電流値に基づいて算出されるが、トルクセンサーにより実際に測定された加工時の下定盤駆動モータ35のトルクであってもよい。

【0057】

キャリア33は、外歯33tが形成された円盤からなり、外歯33tは、後述するサンギア34の外歯34tとテーブル31の内歯31tに噛み合うように構成されている。キャリア33は、サンギア34の外歯34tとテーブル31の内歯31tに噛み合いながら、自転するとともに、サンギア34の周りを公転する。キャリア33の公転速度は、サンギア34の回転速度に基づいて算出される。

【0058】

キャリア33には、複数の被研磨体W、例えば、3枚～5枚程度の被研磨体Wを自転可能に収容する収容部が形成されている。また、サンギア34の周りを公転するキャリア33は、10枚程度である。したがって、1度の研磨工程で研磨される被研磨体Wは50枚程度となり、この被研磨体Wの枚数が1バッチとして扱われることがある。

【0059】

サンギア34は、複数のキャリア33の外歯33tと噛み合う外歯34tが形成された歯車部34aと、軸部34bとを有している。軸部34bは、サンギア駆動モータ36により、サンギア34の上方から見て反時計回りに回転し、サンギア34が反時計回りに回転するようになっている。

【0060】

下定盤駆動モータ35は、タイミングプーリなどのプーリ35aおよびタイミングベルトなどのベルト35bを介して下定盤32の軸部32bに連結されている。下定盤駆動モータ35の駆動力は、軸部32bに伝達され、軸部32bを上方から見たとき、軸部32bが反時計回りに回転するようになっている。即ち、下定盤駆動モータ35により、下定盤32が反時計回りに回転するようになっている。

【0061】

サンギア駆動モータ36は、タイミングプーリなどのプーリ36aおよびタイミングベルトなどのベルト36bを介してサンギア34の軸部34bに連結されている。サンギア駆動モータ36の駆動力は、軸部34bに伝達され、軸部34bを上方から見たとき、軸部34bが反時計回りに回転するようになっている。

【0062】

10

20

30

40

50

両面研磨装置 10 においては、図 5 (a) に示すように、両面研磨装置 10 を上方から見たとき、上定盤 2 1 が時計回りに回転する。また、図 5 (b) に示すように、下定盤 3 2 が反時計回りに回転し、キャリア 3 3 が時計回りに自転しながらサンギア 3 4 の周りを反時計回りに公転し、サンギア 3 4 が反時計回りに回転する。サンギア 3 4 の回転速度は、回転速度センサーにより検出される。なお、サンギア 3 4 の回転方向は、逆の時計回りとしてもよい。この場合は、キャリア 3 3 の自転する回転方向が逆になる。

【 0 0 6 3 】

空圧ユニット 1 3 は、図 4 に示すように、上下に往復動する複動形のロッドシリンダからなり、ピストン 1 3 a、シリンダボディ 1 3 b、ピストンロッド 1 3 c を有している。ピストンロッド 1 3 c は、上定盤部 1 1 のロッド 2 5 に接続され、ロッド 2 5 およびユニバーサルジョイント 2 6 を介して上定盤 2 1 を昇降させる構成を有している。

10

【 0 0 6 4 】

balanser 1 4 は、バランスシリンダ 1 4 a と、ピストン 1 4 b と、ワイヤ 1 4 c と、ワイヤ 1 4 c をガイドするプーリ 1 4 d、1 4 e とを有している。ワイヤ 1 4 c の一端は、ピストン 1 4 b に連結され、他端は、上定盤部 1 1 に連結されている。 balanser 1 4 は、空圧ユニット 1 3 により上定盤 2 1 が昇降する際に、上定盤部 1 1 の重量を支えてバランスを保ち、空圧ユニット 1 3 による上定盤 2 1 の昇降動作に要する負荷を軽減するとともに、高精度で速やかな上定盤 2 1 の昇降を支援するように機能する。

【 0 0 6 5 】

研磨液供給ユニット 1 5 は、ポンプ 1 5 a と、圧力計 1 5 b と、開閉バルブ 1 5 c とを有しており、被研磨体 W を研磨する研磨液、いわゆるスラリーを、研磨パッド 2 2 の貫通孔を介して研磨パッド 2 2 と被研磨体 W に供給するように構成されている。ポンプ 1 5 a は制御装置 2 0 に接続されており、制御装置 2 0 により動作が制御されるようになっている。圧力計 1 5 b は、制御装置 2 0 に接続されており、ポンプ 1 5 a の圧力 (M P a) の信号は、制御装置 2 0 に送信されるようになっている。

20

【 0 0 6 6 】

スラリーは、酸化アルミニウム (Al_2O_3) および酸化ケイ素 (SiO_2) からなる砥粒と、エッチング成分からなる化学成分を含む液状の研磨液からなる。スラリーは、砥粒自体が有する表面化学作用、または、化学成分の作用によって、スラリーと被研磨体 W との相対運動による機械的研磨効果を増大させ、平滑な研磨面が得られるように構成されている。

30

【 0 0 6 7 】

ロードセル 1 6 は、荷重やトルクなどの力を検出するセンサーからなり、ロッド 2 5 に設けられ、ロッド 2 5 の荷重や荷重の変動、トルクやトルク変動、ひいてはロッド 2 5 に連結されている上定盤 2 1 に加わる荷重や荷重の変動、トルクやトルク変動が電気信号に変換され、接続先の制御装置 2 0 に送信されるようになっている。

【 0 0 6 8 】

次いで、本実施形態に係る制御装置 2 0 について、図面を参照して説明する。

制御装置 2 0 は、演算処理を行う中央処理装置および制御プログラムを格納したメモリを有しており、図示しない第 1 算出手段、第 2 算出手段および制御手段を備えている。制御装置 2 0 は、研磨液供給ユニット 1 5、空圧ユニット 1 3、上定盤駆動モータ 2 3、下定盤駆動モータ 3 5 およびサンギア駆動モータ 3 6 にそれぞれ接続され、各構成要素の動作を制御する。

40

【 0 0 6 9 】

制御装置 2 0 は、被研磨体 W の T O P 面 3 0 a の研磨に要する仕事量 P T (W_s) と、被研磨体 W の B O T 面 3 0 b の研磨に要する仕事量 P B (W_s) とをそれぞれ算出し、算出された仕事量 P T と仕事量 P B との差を所定の範囲内に収めるように研磨条件を制御する。制御装置 2 0 は、具体的には、両面研磨装置 1 0 の研磨条件を制御することで、基板 3 0 の平坦度を速やかに制御し、両面研磨装置 1 0 により、平坦度の良好な基板 3 0 を製造する。

50

【 0 0 7 0 】

第 1 算出手段は、被研磨体 W の図 3 に示す T O P 面 3 0 a の研磨に要する T O P 面仕事量 P T (W s) を算出する。第 1 算出手段は、上定盤 2 1 の上定盤回転速度 (r p m) および上定盤トルク (N m) 、被研磨体 W の加工時間 T (s e c) に基づいて、T O P 面仕事量 P T を算出する。

【 0 0 7 1 】

仕事量 (W s) は、被研磨体 W の研磨加工に使用したエネルギー量 (J) であり、仕事量 (W s) = 回転速度 (r p m) × トルク (N m) × 加工時間 (s e c) で算出される。

【 0 0 7 2 】

具体的には、第 1 算出手段は、T O P 面仕事量 P T を下記の式 (1) に基づいて算出する。

$$PT = \int_{T_1}^{T_2} \{ k \times (NU + NC) \times (QU - QUM) \times t \} dt \quad \dots \text{式(1)}$$

【 0 0 7 3 】

なお、式 (1) 中、T₁ は仕事量の測定を開始する時間 (s e c) 、T₂ は仕事量の測定を終了する時間 (s e c) 、k は定数、NU は上定盤回転速度 (r p m) 、NC はキャリア公転速度 (r p m) 、QU は上定盤トルク (N m) 、QUM は上定盤メカロス分のトルク (N m) 、t はサンプリング時間 (s e c) をそれぞれ表している。

【 0 0 7 4 】

加工時間 T は、所定の加工経過時間、即ち、仕事量を測定する加工時間を表わしている。つまり、式 (1) 中の T₁ から T₂ の間の仕事量を測定していることを表わしており、T₁ は仕事量の測定を開始する時間、T₂ は仕事量の測定を終了する時間を表わしている。

【 0 0 7 5 】

T₁ と T₂ は、仕事量を測定する区間に応じて決定すればよく、T₁ には測定開始時間または前回のサンプリング終了時間を用いることが好ましく、T₂ には測定終了時間または今回のサンプリング終了時間を用いることが好ましい。

【 0 0 7 6 】

T₁ と T₂ は、適宜変更することができ、例えば、バッチ毎管理の場合、T₁ には測定開始時間、T₂ には測定終了時間を用いることができる。所定バッチの研磨の開始から終了までの 1 0 分間の仕事量を測定する場合には、T₁ には所定バッチの仕事量測定開始時間の 0 、T₂ には所定バッチの仕事量測定終了時間 (例えば研磨終了時間) の 6 0 0 (s e c) を用いて仕事量を算出することができる。

【 0 0 7 7 】

また、予め決められたサンプリング時間によって仕事量を算出することもできる。例えば所定バッチ内での仕事量測定間隔を 1 0 秒おきとしたとき、初回のサンプリングでは T₁ には測定開始時間の 0 を用い、T₂ には今回のサンプリング終了時間の 1 0 (s e c) を用い、2 回目のサンプリングでは T₁ には測定開始時間の 0 、T₂ には今回のサンプリング終了時間の 2 0 (s e c) を用い、サンプリングのタイミングが変わる毎に T₂ のみを変更することで、つまり、サンプリング時間を累積することで仕事量を算出することができる。

【 0 0 7 8 】

また、サンプリング時間を累積せずに仕事量を測定する際には、例えば、T₁ は前回のサンプリング終了時間の 1 0 (s e c) 、T₂ には今回のサンプリング終了時間の 2 0 (s e c) を用いて、サンプリングのタイミングが変わる毎に T₁ および T₂ の数値を変更して算出することができる。なお、式 (1) と後述の式 (2) の T₁ および T₂ は同じである必要がある。

【 0 0 7 9 】

式 (1) 中の上定盤回転速度 NU は、上定盤 2 1 に設けられた回転速度センサーにより

10

20

30

40

50

検出された上定盤 2 1 の回転速度であり、キャリア公転速度 N_C は、サンギア 3 4 の回転速度センサーにより検出されたサンギア 3 4 の回転速度から算出されるキャリア 3 3 の公転速度であり、上定盤トルク Q_U は、ロードセル 1 6 により検出された上定盤 2 1 のトルクである。

【 0 0 8 0 】

なお、式 (1) における上定盤メカロス Q_{UM} (Nm) は、上定盤 2 1 自体が回転することで失われるトルク損失を表し、上定盤メカロス Q_{UM} は、例えば、上定盤 2 1 に負荷を掛けずに、上定盤 2 1 を空転させた際の上定盤 2 1 のトルクを事前に検出することにより得られる。

【 0 0 8 1 】

第 2 算出手段は、被研磨体 W の図 3 に示す BOT 面 3 0 b の研磨に要する BOT 面仕事量 P_B (Ws) を算出するように構成されている。第 2 算出手段は、下定盤 3 2 の下定盤回転速度 (rpm) および下定盤トルク (Nm)、被研磨体 W の加工時間 T (sec) に基づいて、 BOT 面仕事量 P_B を算出する。

【 0 0 8 2 】

具体的には、第 2 算出手段は、 BOT 面仕事量 P_B を下記の式 (2) に基づいて算出する。

$$PB = \int_{T_1}^{T_2} \{ k \times (NL - NC) \times (QL - QLM) \times t \} dt \quad \cdots \text{式(2)}$$

【 0 0 8 3 】

なお、式 (2) 中、 T_1 は仕事量の測定を開始する時間 (sec)、 T_2 は仕事量の測定を終了する時間 (sec)、 k は定数、 NL は下定盤回転速度 (rpm)、 NC はキャリア公転速度 (rpm)、 QL は下定盤トルク (Nm)、 QLM は下定盤メカロス分のトルク (Nm)、 t はサンプリング時間 (sec) をそれぞれ表している。

【 0 0 8 4 】

式 (2) 中の下定盤回転速度 NL および下定盤トルク QL は、下定盤 3 2 に設けられた回転速度センサーにより検出された下定盤 3 2 の回転速度および下定盤駆動モータ 3 5 の電流値に基づいて算出された加工時の下定盤 3 2 のトルクであり、キャリア公転速度 NC は、サンギア 3 4 の回転速度センサーにより検出されたサンギア 3 4 の回転速度から算出されるキャリア 3 3 の公転速度である。

【 0 0 8 5 】

なお、式 (2) における下定盤メカロス QLM (Nm) は、下定盤 3 2 自体が回転することで失われるトルク損失を表し、下定盤メカロス QLM は、例えば、下定盤 3 2 に負荷を掛けずに、下定盤 3 2 を空転させた際の下定盤 3 2 のトルクを事前に検出することにより得られる。

【 0 0 8 6 】

式 (1) および式 (2) におけるサンプリング時間 t (sec) は、加工時間 T の研磨時間の中でサンプリングされる時間間隔をいう。例えば、サンプリング時間 t が $1sec$ であれば、 $1sec$ ごとに、その瞬間のトルクや回転速度などのデータを検出し、検出された各データに基づいて、式 (1) によりサンプリング時間 $1sec$ における TOP 面仕事量 P_T (Ws) が算出され、式 (2) によりサンプリング時間 $1sec$ における BOT 面仕事量 P_B (Ws) が算出される。

【 0 0 8 7 】

式 (1) は、サンプリング時間 $1sec$ における TOP 面仕事量 P_T の T_1 (sec) から T_2 (sec) まで定積分された仕事量 (Ws) となっている。式 (2) も、式 (1) と同様に、サンプリング時間 $1sec$ における BOT 面仕事量 P_B の T_1 (sec) から T_2 (sec) まで定積分された仕事量 (Ws) となっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

式(1)および式(2)におけるサプリング時間 t および加工時間 T は、被研磨体 W の構造、大きさ、材質、形状や両面研磨装置10の構造、大きさなどの設定諸元、研磨パッドや研磨液の種類などの諸条件や実験値などのデータに基づいて適宜選択される。また、式(1)および式(2)における定数 k は、上定盤又は下定盤の回転速度(rpm)およびトルク(Nm)を仕事量(Ws)に換算するための数値であり、一般的な換算式を用いて得ることができる。

【 0 0 8 9 】

制御手段は、算出されたTOP面仕事量 PT とBOT面仕事量 PB との差を所定の範囲内に収めることで、基板30の平坦度を所定の平坦度範囲内に収まるように研磨条件を制御する。つまり、TOP面仕事量 PT とBOT面仕事量 PB との差である仕事量 TB 差が、所定の範囲である目標仕事量 TB 差に収まるように、研磨条件を制御することで、基板30の平坦度を所定の平坦度範囲内に収めることができる。

10

【 0 0 9 0 】

制御手段は、仕事量 TB 差、即ち、第1算出手段により算出されたTOP面仕事量 PT と第2算出手段により算出されたBOT面仕事量 PB との差に基づいて、上定盤21または下定盤32の何れか一方のみを制御するように構成されている。上定盤21または下定盤32を制御することにより、高い精度で速やかな制御が行われる。

【 0 0 9 1 】

また、制御する研磨条件としては、回転速度(rpm)、荷重(kg)、キャリアの公転数(rpm)、時間(sec)、研磨液流量(mL/min)などが挙げられ、定盤による制御を行う場合には、回転速度、荷重、キャリアの公転数のうちいずれか、またはこれらの組み合わせを制御することが好ましく、制御が容易という観点から回転速度および/または荷重を制御することがより好ましく、回転速度のみを制御することがさらに好ましい。

20

【 0 0 9 2 】

所定の範囲は、図6(a)に示すように、平坦度の閾値と仕事量 TB 差の閾値によって設定される。所定の範囲の設定手順としては、まず、被研磨体 W に許容される平坦度の範囲(平坦度の上限閾値と下限閾値との間の範囲)が決定される。次いで、被研磨体 W に許容される仕事量 TB 差の閾値が決定される。仕事量 TB 差の閾値は、例えば、事前に別途行う研磨によって決定することができる。

30

【 0 0 9 3 】

仕事量 TB 差は、 $S = PT - PB$ で表すことができ、 S が所定の範囲に収まるように、上定盤21または下定盤32の何れか一方のみが制御手段により制御される。なお、制御は、バッチ毎の管理またはバッチ内の管理により行われることが好ましい。バッチ毎の管理においては、1バッチが終わる毎に制御が行われ、バッチ内の管理においては、バッチ内で、つまり研磨中に制御が行われる。バッチは、1度の研磨工程で研磨される被研磨体 W の枚数単位を表しており、1バッチはこれに限定されないが被研磨体 W が50枚程度である。

【 0 0 9 4 】

目標仕事量 TB 差は、決定された平坦度閾値と、仕事量 TB 差閾値とで囲まれた網掛けで表される方形の領域である。仕事量 TB 差閾値は、平坦度閾値からはみ出さないものが作れる領域である。

40

【 0 0 9 5 】

なお、図6(a)は、横軸を仕事量 TB 差(kWs)とし、縦軸を平坦度(μm)としており、算出された仕事量 TB 差に対する通常生産時における平坦度(μm)が、黒点でプロットされたグラフである。

【 0 0 9 6 】

図6(b)は、図6(a)と同様のグラフであり、横軸に仕事量 TB 差(kWs)をとり、縦軸に平坦度(μm)をとり、算出された仕事量 TB 差に対する仕事量管理時におけ

50

る平坦度 (μm) が、黒点でプロットされたグラフである。図 6 (b) に示されるように、仕事量管理時においては、即ち、仕事量を制御することにより、平坦度を制御することができ、被研磨体 W の平坦度を目標仕事量 T B 差の領域内に収めることができる。

【 0 0 9 7 】

平坦度閾値、仕事量 T B 差閾値および目標仕事量 T B 差は、被研磨体 W の構造、大きさ、材質、形状や両面研磨装置 1 0 の構造、大きさなどの設定諸元や実験値などのデータに基づいて適宜選択される。平坦度閾値、仕事量 T B 差閾値および目標仕事量 T B 差は、例えば、製造装置 (製造ライン)、研磨パッド、研磨液、研磨液の流量のいずれかが変化するとに試験研磨を行って決定される。

【 0 0 9 8 】

次いで、通常生産時および仕事量管理時について図面を参照して説明する。

仕事量管理を行っていない従来の通常生産時においては、図 7 (a) に示すように、研磨された被研磨体 W の表面検査が行われた後に、平坦度計により被研磨体 W の平坦度が測定される。測定結果は、例えば、平坦度 T B 差として平坦度計にグラフで表示される。

【 0 0 9 9 】

そして、平坦度 T B 差が上限を超えていると判定された場合、被研磨体 W のめっき厚が、 $\text{TOP} > \text{BOT}$ であることが分かり、 TOP 相対速度 U P が設定される。即ち、上定盤 2 1 の回転速度を下定盤 3 2 に比べて相対的に速くする設定がなされる。一方、平坦度 T B 差のグラフから、平坦度 T B 差が下限を超えていると判定された場合、被研磨体 W のめっき厚が、 $\text{TOP} < \text{BOT}$ であることが分かり、 BOT 相対速度 U P が設定される。即ち、下定盤 3 2 の回転速度を上定盤 2 1 に比べて相対的に速くする設定がなされる。これらの判定及び設定は、作業者によって行われる。

【 0 1 0 0 】

したがって、仕事量管理を行っていない通常生産時においては、表面検査後に TOP 相対速度 U P の設定および BOT 相対速度 U P の設定がなされ、被研磨体 W の平坦度が適正になるように両面研磨装置 1 0 が調整される。したがって、制御タイムラグが長時間かかっており、数バッチ経過後に制御されることもあった。

【 0 1 0 1 】

これに対して、本実施形態の仕事量管理時においては、図 7 (b) に示すように、研磨から表面検査までの間、即ち、被研磨体 W の研磨中に、仕事量 T B 差が算出されるため、制御タイムラグを大幅に短縮することができ、高精度な平坦度を実現することができる。また、平坦度の測定結果が出るのを待って行う制御も不要となり、製造費用を大幅にコストダウンすることができる。

【 0 1 0 2 】

次いで、被研磨体 W の仕事量 (kWs) と被研磨体 W の研磨量 (mg) との相関係数について図面を参照して説明する。なお、被研磨体 W の 1 枚当たりの研磨量 (mg) は、被研磨体 W が 5 0 枚の 1 バッチ分の研磨前の被研磨体 W の総重量 (mg) と被研磨体 W が 5 0 枚の 1 バッチ分の研磨後の被研磨体 W の総重量 (mg) を減算し、減算された総重量を 5 0 枚で除算することにより取得することができる。

【 0 1 0 3 】

図 8 は、横軸をバッチナンバーとし、1 バッチ ~ 1 8 バッチまでの範囲を示している。パッド時間、即ち、1 バッチ目を研磨するまでのパッドの使用時間は、2 5 時間前後経過したものとなっている。図 8 の左側の縦軸は、仕事量 (kWs) を示し、右側の縦軸は、研磨量 (mg) を示している。図 8 には、各バッチと仕事量との関係を示す折れ線グラフと、各バッチと研磨量との関係を示す折れ線グラフが表されている。

【 0 1 0 4 】

具体的には、各バッチに対する両面研磨量が実線の折れ線で表され、各バッチに対する両面仕事量が細かな破線の折れ線で表され、各バッチに対する BOT 仕事量が一点鎖線の折れ線で表され、各バッチに対する TOP 仕事量が太まかな破線の折れ線で表されている。なお、両面仕事量とは、 TOP 面の仕事量と BOT 面の仕事量とを足し合わせたものの

10

20

30

40

50

ことをいう。

【 0 1 0 5 】

図 8 のグラフによれば、実線の折れ線で表される両面研磨量と、細かな破線の折れ線で表される両面仕事量とが近似したグラフとなっており、研磨条件を調整するたびに両者の折れ線が同じ傾向で上昇・降下しており、相関があることが分かる。また、一点鎖線の折れ線で表される B O T 仕事量と、大まかな破線の折れ線で表される T O P 仕事量とが近似したグラフとなっており、両者は相関関係にあることが分かる。また、4 つの各折れ線グラフは、数値は異なっているが、折れ線の形状が近似しており、各バッチに対する両面研磨量、各バッチに対する両面仕事量、各バッチに対する B O T 仕事量および各バッチに対する T O P 仕事量は、互いに相関関係にあることが分かる。

10

【 0 1 0 6 】

図 8 に示される研磨量 - 仕事量の相関を検証した結果、被研磨体 W の研磨量と被研磨体 W の両面仕事量との間の相関は、図 9 のグラフによっても表される。図 9 は、横軸を両面仕事量 (k W s) とし、縦軸を両面研磨量 (m g) としており、算出された両面仕事量に対する両面研磨量 (m g) が、黒点でプロットされたグラフである。

【 0 1 0 7 】

図 9 に示す両面研磨量 - 両面仕事量のグラフは、標準偏差 2 . 4 において、両面仕事量 (k W s) に対する、両面研磨量 (m g) を黒点でプロットしたグラフを示している。プロットされた黒点は、破線の傾斜線付近に集まっており、両面仕事量 (k W s) と、両面研磨量 (m g) とは相関があり、比例関係にあることが分かる。

20

【 0 1 0 8 】

なお、破線の傾斜線は、図 9 の右上に示すように、回帰式からなる近似式、 $y = 0 . 1 3 4 6 x - 2 . 2 3 5 5$ で表される。また、 $R^2 = 0 . 9 5 9 2$ は、エクセルで近似式を扱った場合の、決定係数を表している。この決定係数とは、データに対する推定された回帰式の当てはまりの度合いを表す値で、決定係数は、全変動 (それぞれの数値と平均値の差) の平方和・回帰変動 (それぞれの予測値と平均値の差) の平方和を求め、回帰変動を全変動で割ることにより求めることができ、相関係数の 2 乗となる。この回帰式からも、被研磨体 W を研磨する仕事量を管理することで、被研磨体 W の研磨量を管理することができる。

【 0 1 0 9 】

被研磨体 W の研磨量と被研磨体 W の両面仕事量との間には、相関関係があるので、被研磨体 W を加工する T O P 面の仕事量と B O T 面の仕事量から被研磨体 W 1 枚の両面研磨量を推定することができる。同様に、めっき厚は、平坦度と相関関係があることから、T O P 面の仕事量と B O T 面の仕事量 (= 研磨量 = めっき厚) を制御することで、T O P 面と B O T 面の研磨量を制御することができ、ひいては、平坦度の制御をすることが可能となり、被研磨体 W が薄い基板であっても、基板 3 0 の生産における歩留まりを改善することができる。

30

【 0 1 1 0 】

なお、仕事量は、T O P 面および B O T 面のそれぞれについて算出されるが、研磨量は、被研磨体 W の T O P 面および B O T 面が、両面研磨装置 1 0 により同時に研磨されるので、被研磨体 W の T O P 面および B O T 面のそれぞれは個別に計測されず、1 枚両面の研磨量となる。

40

【 0 1 1 1 】

次いで、実施形態に係る基板 3 0 の製造方法について図面を参照して説明する。

【 0 1 1 2 】

実施形態に係る基板 3 0 の製造方法は、アルミブランク作製工程、旋盤加工工程、焼鈍工程、グラインダー研削工程、焼鈍工程、無電解ニッケル - りんめっき (N i - P) 工程、焼鈍工程、研磨工程、平坦度の制御工程、表面検査工程、平坦度測定工程、出荷工程の各工程が含まれる。各工程は順に行われ、各工程を経て基板 3 0 が製造される。

【 0 1 1 3 】

50

実施形態に係る基板 30 の製造方法の各工程の内、研磨工程および平坦度の制御工程以外の各工程は、公知の工程で構成されており、主に研磨工程および平坦度の制御工程について図面を参照して説明する。

【0114】

研磨工程においては、図 4 に示すキャリア 33 に被研磨体 W の 1 バッチ分 50 枚がセットされる。被研磨体 W のセットが完了すると、設定された研磨条件で両面研磨装置 10 が稼働され研磨が開始される。両面研磨装置 10 が稼働されると、図 5 (a) および図 5 (b) に示すように、上定盤 21 が時計回りに回転し、下定盤 32、キャリア 33 およびサンギア 34 が反時計回りに回転する。この回転により、キャリア 33 にセットされた被研磨体 W は公転するとともにキャリア内で自転している。なお、サンギア 34 は、時計回りに回転するようにしてもよい。この場合は、キャリア 33 の回転方向が時計回りになる。

10

【0115】

研磨が開始されると同時に、研磨液供給圧ユニット 15 から研磨液が被研磨体 W に供給される。被研磨体 W は、上定盤 21 のパッド装着部 21 a に装着された研磨パッド 22 と、下定盤 32 のパッド装着部 32 a に装着された研磨パッド 22 と、供給された研磨液により、被研磨体 W の TOP 面 30 a および BOT 面 30 b が同時に研磨される。

【0116】

バッチ内管理における平坦度の制御工程は、図 10 に示すように、上定盤仕事量測定 (ステップ S1) と、上定盤仕事量算出 (第 1 算出工程; ステップ S2) と、回転速度算出 (ステップ S3) と、下定盤仕事量測定 (ステップ S4) と、下定盤仕事量算出 (第 2 算出工程; ステップ S5) と、下定盤回転速度設定 (ステップ S6) と、設定加工時間判定 (ステップ S7) とを含んで構成されている。

20

【0117】

なお、ステップ S1 ~ ステップ S7 までの平坦度の制御工程は、制御装置 20 により被研磨体 W の研磨中に行われる。上定盤仕事量測定 (ステップ S1) と下定盤仕事量測定 (ステップ S4) は、同時に行われるが、順番に行われても良く、順番に行われる場合には何れが先に行われてもよい。

【0118】

また、下定盤回転速度設定 (ステップ S6) で下定盤 32 の回転速度を設定しているが、代わりに、上定盤 21 の回転速度を設定するようにしてもよい。また、平坦度の制御工程は、上定盤 21 または下定盤 32 の研磨条件を変更することによって制御することができる。図 10 は回転速度を設定して回転速度を制御する場合のみを示しているが、さらに被研磨体 W に加える荷重を制御することで更に平坦度の精度を向上させることが可能となる。この場合、パッド使用時間差で基板 30 に品質差が生ずることを抑制することが可能となる。また、研磨液供給ユニット 15 により供給される研磨液の流量調整の自動化ができれば、より安定した研磨制御が可能となる。

30

【0119】

上定盤仕事量測定 (ステップ S1) においては、上定盤のトルク、即ち (相対速度 × 定盤トルク) に基づいて、上定盤 21 の仕事量が測定され、上定盤仕事量算出 (ステップ S2) においては、上定盤仕事量測定 (ステップ S1) により測定された測定データに基づいて前述の式 (1) を用いて上定盤 21 の仕事量が算出される。算出は、制御タイムラグおよびパッド経過時間を考慮した上で行われる。なお、上定盤仕事量算出 (ステップ S2) は、本発明に係る第 1 算出工程に対応する。

40

【0120】

回転速度算出 (ステップ S3) においては、まず、加工経過時間での TOP 仕事量から加工完了時の目標仕事量 TB 差より経過時間に換算した目標仕事量 TB 差を減算した値が演算され、加工経過時間での BOT の目標仕事量として算出される。なお、TOP 仕事量は、TOP 面仕事量 PT を算出する式 (1) によって取得される。加工完了時の目標仕事量 TB 差は、図 6 (a) に示すように、平坦度閾値、仕事量 TB 差閾値に基づいて決定される。

50

【 0 1 2 1 】

次いで、取得された B O T の目標仕事量、B O T の実測トルクおよび時間から、下記の式により、B O T の相対速度が算出される。

$$\text{B O T の目標仕事量} \div \text{B O T の実測トルク} \div \text{時間} = \text{B O T の相対速度}$$

上記の式により、B O T の相対速度が取得される。

【 0 1 2 2 】

次いで、取得された B O T の相対速度およびキャリア 3 3 の公転速度から、下記の式により、制御する下定盤 3 2 の回転速度が算出される。

$$\text{B O T の相対速度} + \text{キャリア 3 3 の公転速度} = \text{制御する下定盤 3 2 の回転速度}$$

なお、下定盤 3 2 の回転速度の代わりに上定盤 2 1 の回転速度を取得するようにしてもよく、その場合、T O P の相対速度およびキャリア 3 3 の公転速度から、下記の式により、次工程で設定される上定盤回転速度が算出される。

$$\text{T O P の相対速度} - \text{キャリア 3 3 の公転速度} = \text{制御する上定盤 2 1 の回転速度}$$

上記の式によりステップ S 6 において下定盤 3 2 または上定盤 2 1 の回転速度が設定される。

【 0 1 2 3 】

下定盤仕事量測定（ステップ S 4 ）においては、下定盤のトルク、即ち（相対速度 × 定盤トルク）に基づいて、下定盤 3 2 の仕事量が測定され、下定盤仕事量算出（ステップ S 5 ）においては、下定盤仕事量測定（ステップ S 4 ）により測定された測定データに基づいて前述の式（ 2 ）を用いて下定盤 3 2 の仕事量が算出される。算出は、制御タイムラグおよびパッド経過時間を考慮した上で行われる。なお、下定盤仕事量算出（ステップ S 5 ）は、本発明に係る第 2 算出工程に対応する。

【 0 1 2 4 】

下定盤回転速度設定（ステップ S 6 ）においては、回転速度算出（ステップ S 3 ）において取得された制御する下定盤 3 2 の回転速度が設定される。下定盤回転速度設定（ステップ S 6 ）は、本発明に係る制御工程に対応する。なお、前述のように下定盤 3 2 の回転速度に代えて上定盤 2 1 の回転速度を設定してもよい。

【 0 1 2 5 】

設定加工時間判定（ステップ S 7 ）においては、予め設定された加工時間に到達したか否かが判定される。予め設定された加工時間に到達したと判定された場合には、研磨が終了する。予め設定された加工時間に到達したと判定されない場合には、研磨が継続され、上定盤仕事量測定（ステップ S 1 ）および下定盤仕事量測定（ステップ S 4 ）に進む。

【 0 1 2 6 】

以下、実施形態に係る両面研磨装置 1 0 の制御システム、制御装置 2 0 および基板 3 0 の製造方法の効果について説明する。

【 0 1 2 7 】

（ 1 ）本実施形態に係る両面研磨装置 1 0 の制御システムによれば、制御装置 2 0 により、T O P 面 3 0 a の研磨に要する T O P 面仕事量 P T (W s) と、B O T 面 3 0 b の研磨に要する B O T 面仕事量 P B (W s) とがそれぞれ算出される。また、算出された T O P 面仕事量 P T と B O T 面仕事量 P B との差、即ち、仕事量 T B 差が所定の範囲内に収まるように研磨条件が制御される。その結果、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板が得られるという効果が得られる。

【 0 1 2 8 】

具体的には、図 1 1 (a) に示すように、仕事量管理を行っていない従来の通常生産時における仕事量 T B 差の度数分布は、横軸の被研磨体 W の仕事量 T B 差の範囲区分が [- 0 . 5 以上 ~ 0 未満] で、縦軸の被研磨体 W の各仕事量 T B 差の範囲区分内の枚数が最も多く、被研磨体 W の枚数は、[- 2 . 5 未満] から [2 . 5 以上] の広範囲に広がっている。グラフ中の曲線は、正規分布を表しているが、正規分布においても、[- 0 . 5 以上 ~ 0 未満] を頂部としてなだらかな曲線となっている。なお、通常生産時においては、被研磨体 W の枚数、即ち、N 数は 2 5 1 9 枚、平均が 0 . 2 、 が 1 . 1 となっている。

【 0 1 2 9 】

この通常生産時に対して、仕事量管理時には、図 1 1 (b) に示すように、仕事量 T B 差の度数分布は、横軸の被研磨体 W の仕事量 T B 差の範囲区分が [- 0 . 5 以上 ~ 0 未満] で、縦軸の被研磨体 W の各仕事量 T B 差の範囲区分内の枚数が最も多く、被研磨体 W の枚数は、 [- 1 以上 ~ - 0 . 5 未満] と [0 以上 ~ 0 . 5 未満] に集中している。グラフ中の曲線で表される正規分布においても、 [- 1 以上 ~ - 0 . 5 未満] を頂部として突出した曲線となっている。なお、仕事量管理時には、被研磨体 W の枚数、即ち、N 数は 1 0 5 7 枚、平均が - 0 . 4 、 が 0 . 2 となっている。

【 0 1 3 0 】

したがって、仕事量 T B 差が所定の範囲内に収まるように研磨条件が制御された結果、
が 1 . 1 から 0 . 2 となり、被研磨体 W の仕事量 T B 差のばらつきが極めて小さくなったことが確認され、研磨条件の制御が極めて良好に行われているという効果が得られた。

10

【 0 1 3 1 】

また、図 1 2 は、本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける仕事量 T B 差の正規分布曲線とグラフである。図 1 2 に示すように、仕事量管理時の正規分布の実線で示す曲線は、中央部が著しく突出して高くなっているのに対して、通常生産時における正規分布の破線で示す曲線は、突出部分がなく極めてなだらかになっている。図 1 2 のグラフからも、被研磨体 W の仕事量 T B 差のばらつきが極めて小さくなったことが確認された。

【 0 1 3 2 】

また、図 1 3 (a) に示すように、仕事量管理を行っていない従来の通常生産時における平坦度 T B 差の度数分布は、横軸の被研磨体 W の平坦度 T B 差の範囲区分が [0 以上 ~ 0 . 5 未満] で、縦軸の被研磨体 W の各平坦度 T B 差の範囲区分内の枚数が最も多く、被研磨体 W の枚数は、 [- 2 . 5 未満] から [2 . 5 以上] の広範囲に広がっている。グラフ中の曲線で表わされる正規分布においても、 [0 以上 ~ 0 . 5 未満] を頂部としてなだらかな曲線となっている。なお、通常生産時には、被研磨体 W の枚数、即ち、N 数は 2 5 1 9 枚、平均が 0 . 1 9 、 が 1 . 0 2 となっている。

20

【 0 1 3 3 】

この通常生産時に対して、仕事量管理時には、図 1 3 (b) に示すように、平坦度 T B 差の度数分布は、横軸の被研磨体 W の平坦度 T B 差の範囲区分が [- 0 . 5 以上 ~ 0 未満] で、縦軸の被研磨体 W の各平坦度 T B 差の範囲区分内の枚数が最も多く、被研磨体 W の枚数は、 [- 2 以上 ~ - 1 . 5 未満] と [0 . 5 以上 ~ 1 未満] の間に集まっている。グラフ中の曲線で表される正規分布においても、 [- 1 以上 ~ - 0 . 5 未満] を頂部として突出した曲線となっている。なお、仕事量管理時には、被研磨体 W の枚数、即ち、N 数は 1 0 5 7 枚、平均が - 0 . 4 5 、 が 0 . 7 7 となっている。

30

【 0 1 3 4 】

したがって、平坦度 T B 差が所定の範囲内に収まるように研磨条件が制御された結果、
が 1 . 0 2 から 0 . 7 7 となり、被研磨体 W の平坦度 T B 差のばらつきが小さくなったことが確認され、研磨条件の制御が良好に行われているという効果が得られた。

【 0 1 3 5 】

また、図 1 4 は、本発明の実施形態に係る両面研磨装置の制御システムにおける平坦度 T B 差の正規分布曲線とグラフである。図 1 4 に示すように、仕事量管理時の正規分布の実線で示す曲線は、中央部がやや突出して高くなっているのに対して、通常生産時における正規分布の破線で示す曲線は、突出部分が小さくなだらかになっている。図 1 2 のグラフからも、被研磨体 W の仕事量 T B 差のばらつきがやや小さくなったことが確認された。

40

【 0 1 3 6 】

(2) 本実施形態に係る両面研磨装置 1 0 の制御システムによれば、 T O P 面仕事量 P T および B O T 面仕事量 P B は、制御装置 2 0 により、被研磨体 W を研磨する上定盤 2 1 および下定盤 3 2 の回転速度 (r p m) と、被研磨体 W を研磨する上定盤 2 1 および下定盤 3 2 のトルク (N m) と、被研磨体 W の加工時間 T (s e c) に基づいて算出されるの

50

で、高い精度のTOP面仕事量PTおよびBOT面仕事量PBが算出されるという効果が得られる。

【0137】

(3) 本実施形態に係る両面研磨装置10の制御システムによれば、制御装置20により、TOP面30aの研磨に要するTOP面仕事量PTは、式(1)により算出される。式(1)においては、加工時間T(sec)、定数k、上定盤回転速度NU(rpm)、キャリア公転速度NC(rpm)、上定盤トルクQU(Nm)、上定盤メカロス分のトルクQUM(Nm)、サンプリング時間t(sec)に基づいて算出処理がなされる。TOP面仕事量PTの算出処理は、加工時間の開始から終了までが定積分されるので、基板30の研磨中に算出処理が行われ、高い精度のTOP面仕事量PTが得られるという効果が

10

【0138】

(4) 本実施形態に係る両面研磨装置10の制御システムによれば、制御装置20により、BOT面30bの研磨に要するBOT面仕事量PBは、式(2)により算出される。式(2)においては、加工時間T(sec)、定数k、下定盤回転速度NL(rpm)、キャリア公転速度NC(rpm)、下定盤トルクQL(Nm)、下定盤メカロス分のトルクQLM(Nm)、サンプリング時間t(sec)に基づいて算出処理がなされる。BOT面仕事量PBの算出処理は、加工時間の開始から終了までが定積分されるので、基板の研磨中に算出処理が行われ、高い精度のBOT面仕事量PBが得られるという効果が得ら

20

【0139】

(5) 本実施形態に係る両面研磨装置10の制御システムによれば、制御装置20により、所定の範囲は、平坦度の閾値と仕事量TB差の閾値によって設定されるため、仕事量が所定の範囲に収められることにより、基板30の研磨量が所定の範囲に収められ、平坦度の良好な基板30が得られるという効果が得られる。

【0140】

(6) 本実施形態に係る両面研磨装置10の制御システムによれば、制御装置20により、TOP面仕事量PTとBOT面仕事量PBとの差に基づいて、被研磨体Wの研磨中に上定盤21および下定盤32が制御されるので、より速やかなフィードバック制御が行われ、基板30が速やかに製造されるという効果が得られる。具体的には、図7(a)および図7(b)に示すように、制御タイムラグが、通常生産の場合、約1時間30分程度であったのに対して、本実施形態に係る仕事管理においては、約10分に短縮されるという効果が得られる。

30

【0141】

なお、上定盤21または下定盤32の何れか一方のみを制御することで、被研磨体WのTOP面とBOT面との間における研磨量のばらつきを抑えることができ、研磨量差の悪化を抑えることができる。

【0142】

従来、研磨パッドの目詰まりや劣化、研磨液の流量、被研磨体Wの搬送途中の停止などにより、研磨パッドと被研磨体Wの摩擦係数が増えることがあった。研磨パッドと被研磨体Wの摩擦係数が増えると、トルクが上昇するため、仕事量は増加するが、増加した仕事量は研磨に寄与しないものも含まれており、前述の原因で増加した仕事量のうち研磨に寄与する仕事量はほぼ変わっていないことが分かった。即ち、摩擦係数が増えたことによる仕事量の増加と研磨量の増加は等しくないという場合があり、被研磨体Wの片面の仕事量のみで判断すると、研磨量がばらつき、被研磨体WのTB差が悪化する場合がある。

40

【0143】

そこで、本実施形態に係る両面研磨装置10の制御システムでは、TBの仕事量の差で評価することで、研磨に寄与しない仕事量が相殺され、仕事量TB差=研磨量TB差となる。

【0144】

50

ここで、被研磨体Wの両面の上定盤21と下定盤32の回転速度を制御するという方法が考えられるが、前述のとおり、各種原因の影響で、研磨に寄与する仕事量、または研磨に寄与しない仕事量は一定でないため、目標値となる制御量を定めることが難しい。

【0145】

そこで、被研磨体Wの片面の上定盤21または下定盤32の仕事量を成り行きでモニタリングし、仕事量TB差が一定になるように、もう片面の上定盤21かまたは下定盤32の制御量を定めることで、より速やかなフィードバック制御が行われ、平坦度の良好な基板が速やかに製造される。具体的な制御方法としては、定盤の回転速度および/または荷重を制御することが好ましい。

【0146】

(7) 本実施形態に係る制御装置20は、TOP面30aの研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)を算出する第1算出手段と、BOT面30bの研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)を算出する第2算出手段と、TOP面仕事量PTとBOT面仕事量PBとの差を所定の範囲内に収めるように研磨条件を制御する制御手段とを備えている。

【0147】

この構成により、第1算出手段によりTOP面30aの研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)が算出され、第2算出手段によりBOT面30bの研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)が算出される。さらに、制御手段により、算出されたTOP面仕事量PTとBOT面仕事量PBとの差を所定の範囲内に収めるように研磨条件が制御される。その結果、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板30の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板30が得られるという効果が得られる。

【0148】

(8) 本実施形態に係る基板30の製造方法によれば、第1算出工程によりTOP面30aの研磨に要するTOP面仕事量PT(Ws)が算出され、第2算出工程によりBOT面30bの研磨に要するBOT面仕事量PB(Ws)が算出され、制御工程によりTOP面仕事量PTとBOT面仕事量PBとの差が所定の範囲内に収まるように研磨条件が制御される。その結果、研磨条件の制御により、高い精度で速やかに基板30の平坦度が制御され、平坦度の良好な基板30が得られるという効果が得られる。

【0149】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、前記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。

【符号の説明】

【0150】

- 10・・・両面研磨装置
- 11・・・上定盤部
- 12・・・下定盤部
- 13・・・空圧ユニット
- 13a、14b・・・ピストン
- 13b・・・シリンダボディ
- 13c・・・ピストンロッド
- 14・・・バルブ
- 14a・・・バランスシリンダ
- 14c・・・ワイヤ
- 15・・・研磨液供給ユニット
- 15a・・・ポンプ
- 15b・・・圧力計
- 15c・・・開閉バルブ
- 16・・・ロードセル
- 20・・・制御装置

10

20

30

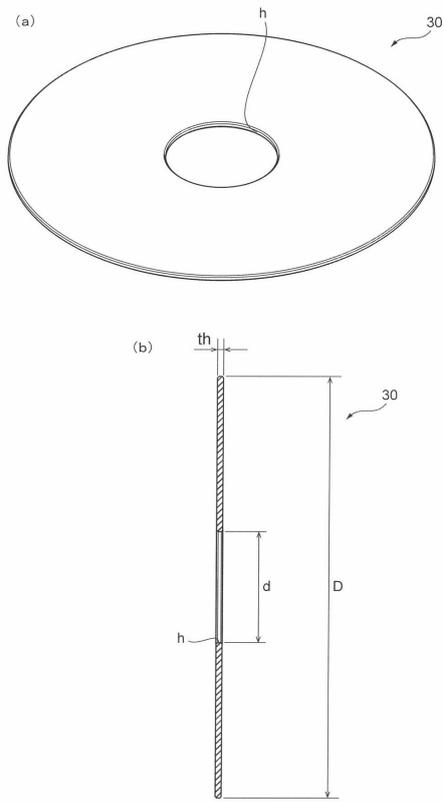
40

50

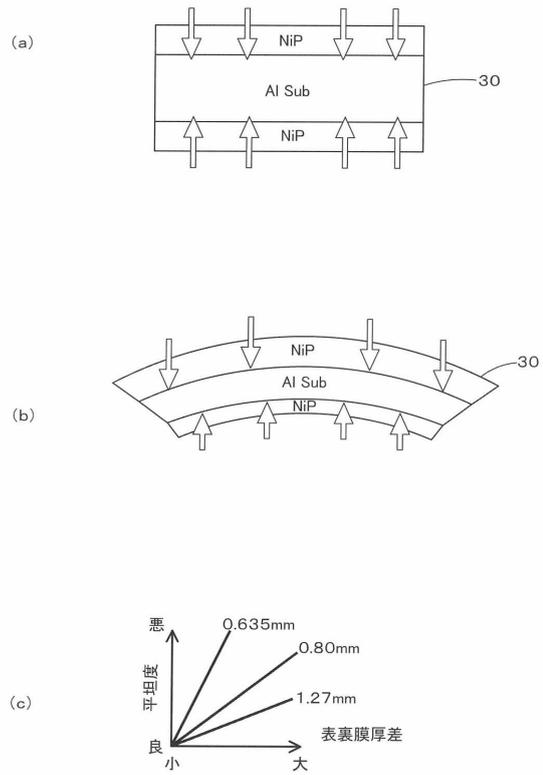
2 1 . . . 上定盤	
2 1 a、3 2 a . . . パッド装着部	
2 1 b . . . ロッド	
2 2 . . . 研磨パッド	
2 3 . . . 上定盤駆動モータ	
2 3 a、3 5 a、3 6 a、1 4 d、1 4 e . . . プーリ	
2 3 b、3 5 b、3 6 b . . . ベルト	
2 4 . . . 回転軸	
2 4 a . . . フランジ	
2 4 b . . . ロッド	10
2 5 . . . ロッド	
2 6 . . . ユニバーサルジョイント	
3 0 . . . 基板	
3 0 a . . . T O P 面	
3 0 b . . . B O T 面	
3 1 . . . テーブル	
3 1 t . . . 内歯	
3 2 . . . 下定盤	
3 2 b、3 4 b . . . 軸部	
3 3 . . . キャリア	20
3 3 t、3 4 t . . . 外歯	
3 4 . . . サンギア	
3 4 a . . . 歯車部	
3 5 . . . 下定盤駆動モータ	
3 6 . . . サンギア駆動モータ	
D . . . 外径	
d . . . 内径	
h . . . 貫通孔	
k . . . 定数	
N C . . . キャリア公転速度	30
N L . . . 下定盤回転速度	
N U . . . 上定盤回転速度	
Q L . . . 下定盤トルク	
Q L M . . . 下定盤メカロス分のトルク	
Q U . . . 上定盤トルク	
Q U M . . . 上定盤メカロス分のトルク	
t . . . サンプルング時間	
t h . . . 厚み	
T . . . 加工時間	
W . . . 被研磨体	40

【図面】

【図 1】



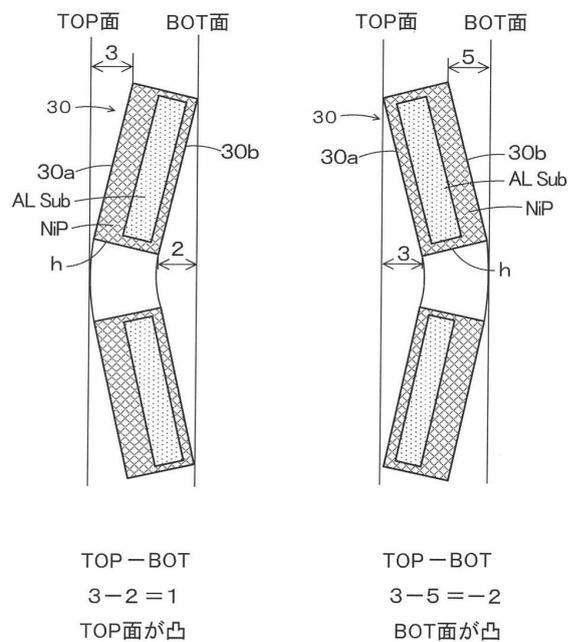
【図 2】



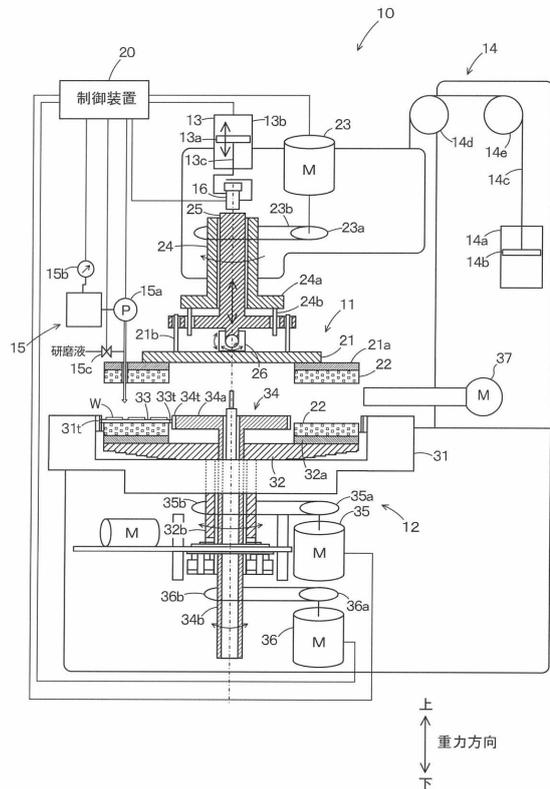
10

20

【図 3】



【図 4】

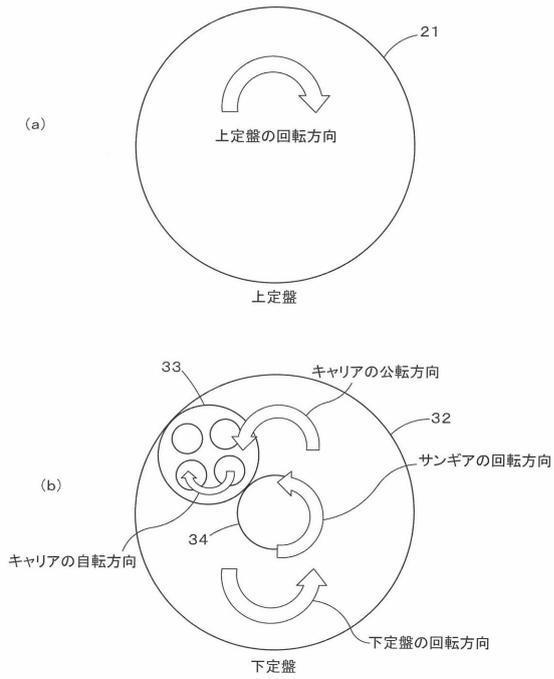


30

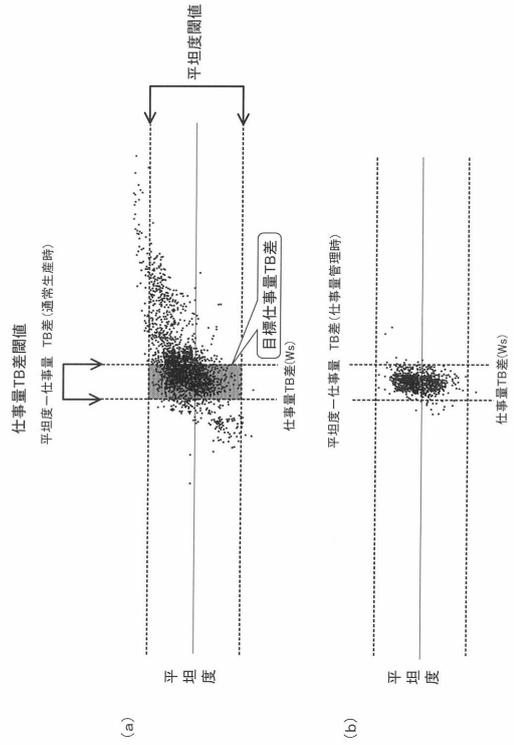
40

50

【 図 5 】



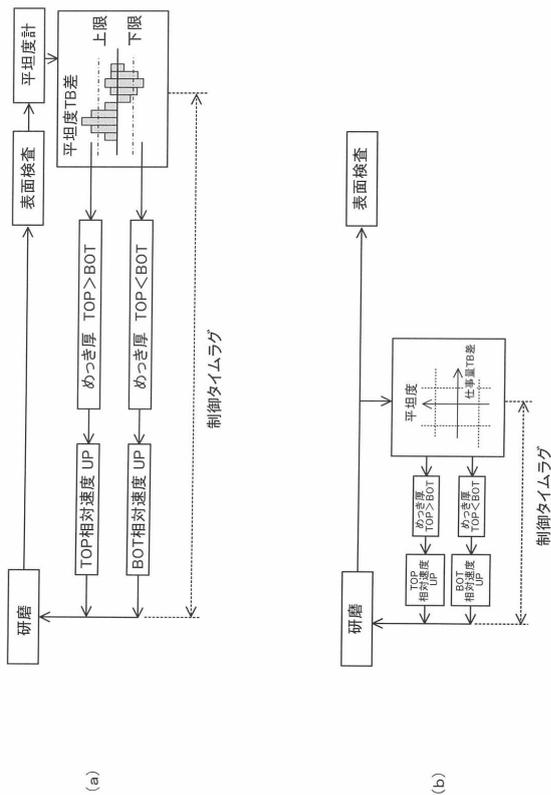
【 図 6 】



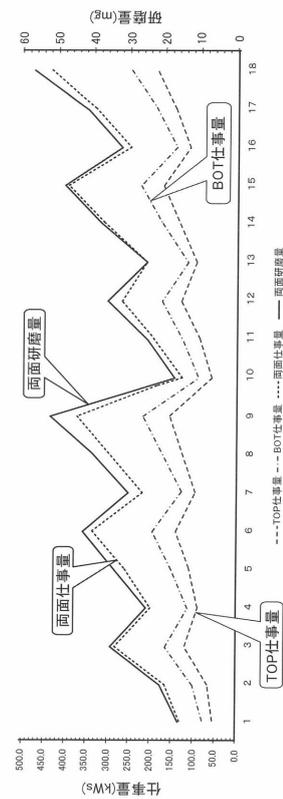
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

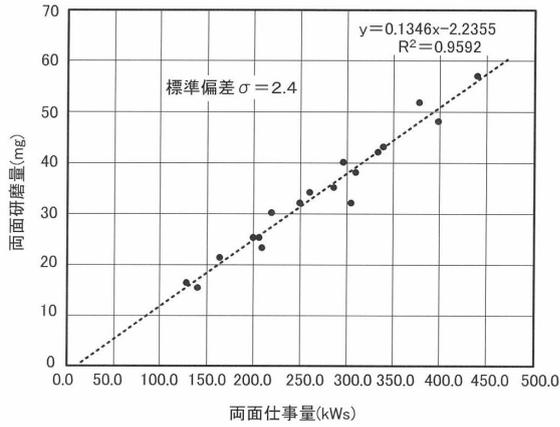


30

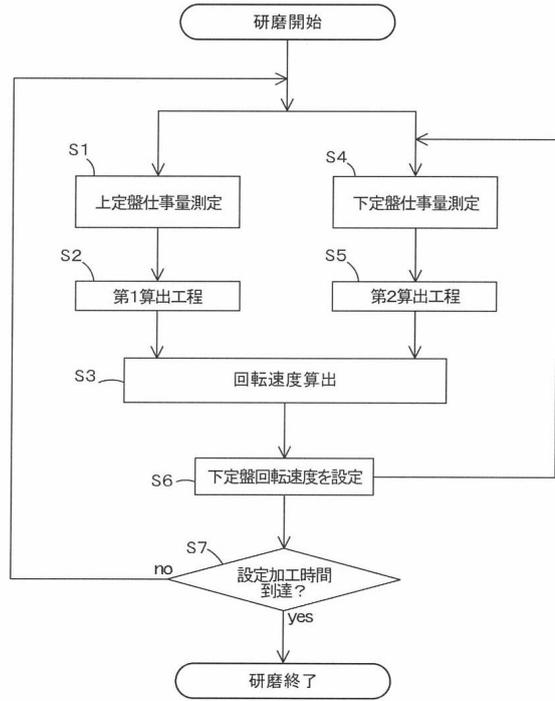
40

50

【 図 9 】



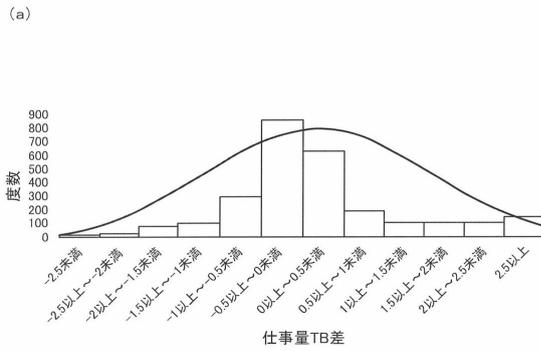
【 図 1 0 】



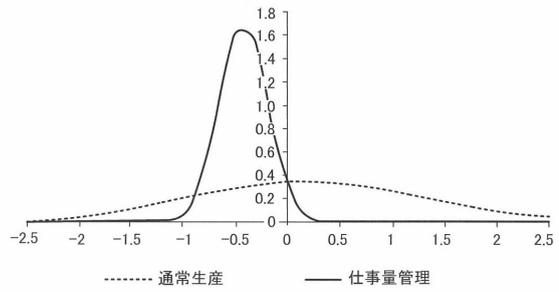
10

20

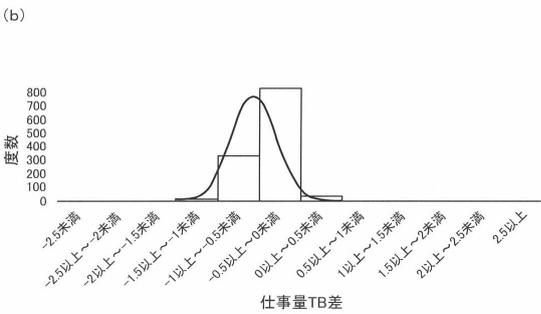
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



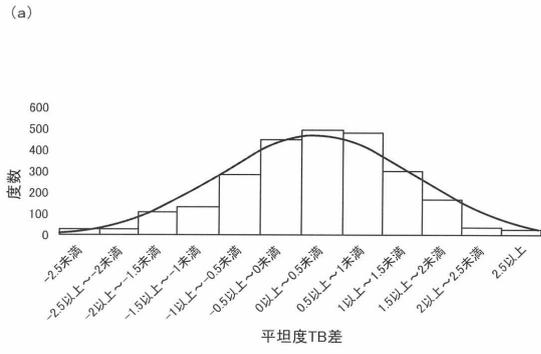
30



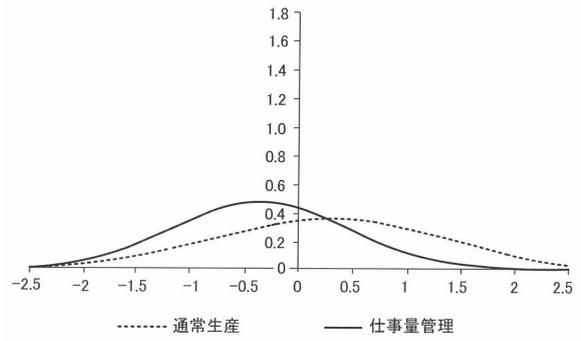
40

50

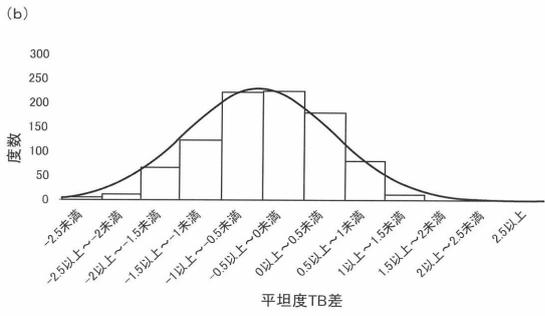
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



10



20

30

40

50

フロントページの続き

山口県下松市東豊井1302番地の1 東洋鋼板株式会社 下松事業所内

審査官 城野 祐希

(56)参考文献 特開2012-051072(JP,A)

特開2001-358104(JP,A)

特開2002-103202(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B24B 49/16

B24B 49/10

B24B 37/08

H01L 21/304